

**Pseudarthroses des os longs.
«Leur fréquence et leurs
traitements»**

**Travail se rapportant aux 20 dernières années
de la clinique de chirurgie**

THÈSE

présentée à la faculté de médecine
de l'université de Genève
pour obtenir
le grade de Docteur en Médecine

par

Hans Ebener
de Wiler (Valais)

THÈSE No. 2374

**Pseudarthroses des os longs.
« Leur fréquence et leurs
traitements »**

**Travail se rapportant aux 20 dernières années
de la clinique de chirurgie**

THÈSE

présentée à la faculté de médecine
de l'université de Genève
pour obtenir
le grade de Docteur en Médecine

par

Hans Ebener
de Wiler (Valais)

THÈSE No. 2374



La Faculté de Médecine, sur le préavis de Monsieur le Professeur A. JENTZER, autorise l'impression de la présente thèse, sans prétendre par là émettre d'opinion sur les propositions qui y sont énoncées.

Genève, le 24 avril 1956.

Le Doyen:

Fernand Chatillon

Thèse No. 2374

J'exprime à Monsieur le Professeur A. JENTZER, Directeur de la clinique universitaire de chirurgie, qui m'a en tout premier lieu intéressé à ce sujet, l'hommage de ma profonde gratitude et de ma reconnaissance pour ses suggestions et son appui précieux aux cours de mes recherches.

Je remercie, en outre, les Docteurs Jean DUBAS et Jean-Louis CHOQUARD, Chefs de Clinique, pour leurs judicieux conseils durant l'élaboration de cette thèse.

A MES PARENTS

A MA FEMME

INTRODUCTION

Traiter le sujet: "Les pseudarthroses des os longs, leur fréquence et leurs traitements", peut paraître presque superflu; car, depuis les temps héroïques de la chirurgie, où MALGAIGNE, LENOIR, et DIEFFENBACH, faisaient aux alentours de 1840, leurs premières expériences, jusqu'aux travaux les plus récents de MERLE D'AUBIGNE, BOEHLER, LERICHE, JUDET, PHEMISTER et beaucoup d'autres, on n'a cessé de discuter ce problème.

L'abondance des travaux, répartie sur une période de plus d'un siècle, est la preuve formelle que la solution parfaite n'est pas encore trouvée.

Je me proposerai de montrer dans une brève étude des cas traités à la clinique universitaire de chirurgie durant ces vingt dernières années, sous la direction de Monsieur le Professeur A. JENTZER, non pas une nouvelle méthode opératoire, mais les résultats obtenus par les différents procédés chirurgicaux actuels.

Je ne prendrai en considération dans ce travail, que les pseudarthroses se rapportant aux os longs. Elles sont de loin les plus fréquentes, et leurs traitements montrent des analogies.

EVOLUTION NORMALE DU CAL

Avant de parler de l'évolution anormale d'une fracture, je me permets de rappeler en quelques lignes, la formation normale du cal après fracture.

Que se passe-t-il au moment d'une fracture, et comment se fait la consolidation?

Il s'agit de la conséquence normale de la juxtaposition de divers éléments conditionnés par le traumatisme lui-même.

Dans les premiers jours, au niveau du foyer de fracture, il se passe essentiellement deux choses: d'une part une organisation conjonctive du caillot hémorragique qui en fait un milieu conjonctif jeune; d'autre part une raréfaction des fragments osseux.

Dans toute fracture, il y a du sang qui s'épanche entre les fragments et autour d'eux, même si le périoste n'est pas rompu, même s'il n'y a pas de déplacement. Le sérum qui exsude se répand et infiltre les parties molles. Il y a donc, du fait du traumatisme lui-même, au niveau de tout foyer de fracture, un vaste milieu de fibrine. Cette nappe fibrineuse est de toutes parts envahie par des fibroblastes qui la remanient, l'organisent, la transforment en une grande lame de tissu conjonctif embryonnaire, même au niveau du canal médullaire. Ceci demande dix à quinze jours.

Pendant ce temps, au niveau de l'os, on voit apparaître, sur les tranches de rupture et à la surface même du tissu compact, les signes d'une activité circulatoire anormale. Après quelques jours, cet os devient plus cassant, plus friable que normalement. Macroscopiquement, c'est de l'os en résorption; histologiquement, la raréfaction est évidente. Elle se fait par ostéoclasie et par ostéolyse. Les canaux de Havers sont agrandis, les espaces conjonctifs sont élargis.

Pendant que se produisent ces phénomènes, de l'os nouveau apparaît par plages minuscules, dans le tissu conjonctif périosseux, non pas en continuité avec l'os existant, mais à distance, en pleine masse conjonctive. Il y a de l'os dans la masse conjonctive néoformée au niveau du caillot, dans la trame rajeunie et transformée du périoste, dans les canalicules haversiens, dans les muscles voisins, un peu partout. Ce processus se déroule au voisinage de chaque fragment. L'union des différents petits ostéomes ainsi produits s'effectue tardivement, à des moments variables pour chaque type de fracture et pour chaque os. Elle a lieu brusquement. La continuité se trouve rétablie. Le cal est formé.

Les fractures se consolident donc parce que le traumatisme a produit une hyperhémie qui lyse la substance osseuse, et parce que la destruction osseuse entraîne la reconstruction de l'os. Dès lors, le retard de consolidation, la non-consolidation ou apparition d'une pseudarthrose sont la conséquence d'un échec dans l'évolution normale de la formation du cal.

ANATOMIE - PATHOLOGIE

Définition

Qu'est-ce la pseudarthrose dans le sens large du terme? La définition de ce mot se trouve dans son étymologie. Il dérive des mots grecs: $\psiευδης$ faux, et de $\alphaρθρον$ articulation. On désigne donc sous le nom de pseudarthrose ou de fausse articulation le mode d'union qui s'établit au moyen d'adhérences fibreuses, avec conservation d'un certain degré de mobilité entre les deux fragments osseux accidentellement séparés, soit par un traumatisme, soit par une action chirurgicale.

Le foyer de pseudarthrose

On peut diviser les pseudarthroses en trois catégories:

- les pseudarthroses sans perte de substance, (pseudarthroses fibreuses.)
- les pseudarthroses avec perte de substance, (pseudarthroses flottantes.)
- la troisième variété est tout à fait exceptionnelle, c'est celle des pseudarthroses fibro-synoviales.

I. PSEUDARTHROSES FIBREUSES SANS PERTE DE SUBSTANCE

Ce sont les plus fréquentes en chirurgie de paix. Elles sont caractérisées par la présence, entre les fragments, de tissu fibreux, réalisant ce qu'on appelle parfois le cal fibreux.

a. Le tissu fibreux interfragmentaire. - Il est généralement scléreux, très dense et comble l'espace qui sépare les extrémités osseuses. Cet espace est de longueur variable; les extrémités osseuses sont parfois assez rapprochées l'une de l'autre, il y a chevauchement et les fragments ne sont séparés que par quelques millimètres de tissu fibreux - le cal fibreux est dans ces cas assez solide, mais

jamais suffisamment pour supporter sans gêne le poids du corps pendant la marche. Ailleurs, l'espace interfragmentaire est plus étendu - le cal fibreux est alors mince, élastique, sans solidité.

b. Les extrémités osseuses. - Elles sont considérablement modifiées. La qualité de l'os est importante à préciser: on peut schématiquement considérer qu'il existe deux types d'os lors de pseudarthrose (LERICHE et POLICARD):

- des pseudarthroses avec os condensé,
- des pseudarthroses avec os raréfié.

Le plus souvent surtout lorsque la pseudarthrose date de plusieurs mois, il existe une densification de la texture des extrémités, généralement plus marquée au niveau du fragment proximal. La compacte est très augmentée, en épaisseur, très dense. Le canal médullaire est obturé par une couche éburnée qui remonte plus ou moins haut. Ces formations osseuses compactes manquent de canaux de HAVERS et de vascularisation. Ce sont de mauvais os pour la réparation et la résection osseuse sera malheureusement étendue pour arriver en compacte saine et pour ouvrir la cavité médullaire.

Ailleurs, au contraire, (surtout dans les pseudarthroses jeunes) les extrémités osseuses sont décalcifiées, raréfiées. Il est classique, dans ces cas, d'invoquer une insuffisance de vascularisation, une nutrition déficitaire. LERICHE pense que la raréfaction est l'état d'un os au niveau duquel la réaction hyperhémique a duré trop longtemps et qui a fait une ostéolyse prolongée sans que celle-ci ait servi à édifier un cal. L'os raréfié est toujours le résultat d'une réaction vasomotrice prolongée. C'est là un os apte à la réparation; les pseudarthroses avec os raréfiés présentent les conditions idéales pour la greffe osseuse. Il faut encore signaler la possibilité d'une production abondante d'ostéophytes périphériques, en continuité avec les masses musculaires voisines. Lorsque ces ostéophytes sont développés sur les deux extrémités fragmentaires, on peut parler de cal vicieux avec pseudarthrose. (BERANGER-FERAUD)

II. PSEUDARTHROSES AVEC PERTE DE SUBSTANCE

Elles sont généralement dues à des fractures ouvertes avec fracas osseux suivies d'esquillectomie immédiate ou délimitation de séquestres.

a. L'espace interfragmentaire est plus ou moins étendu; (de quelques centimètres, huit, dix ou davantage.) MAUCLAIRE réserve le nom de perte de substance aux cas où la destruction osseuse porte sur une longueur de quatre centimètres au moins. Cette manière de voir est arbitraire car il n'y a pas toujours

parallélisme entre l'étendue de l'espace interfragmentaire et l'importance de la perte de substance (CUNEO).

L'espace interfragmentaire est comblé par du tissu fibreux: celui-ci peut être scléreux ou alors subir une sorte de dégénérescence graisseuse. Il est épais, ou il se réduit en une sorte de filament plus ou moins étroit qui relie les deux fragments.

b. Les fragments osseux sont généralement atrophiés à leur extrémité, ils sont amenuisés, effilés en forme de cône. Quelquefois, une de ces extrémités fragmentaires, tentant un effort désordonné d'ossification, se hérisse de végétations osseuses alors que l'autre reste étrangère à toute tentative d'ostéogénèse.

Les os sont tantôt éburnés, modification parfois liée à l'infection osseuse primitive, tantôt friable, congestifs, très vascularisés.

III. PSEUDARTHROSES FIBRO-SYNOVIALES

Elles sont très rares.

Elles réalisent une véritable néo-articulation avec des extrémités osseuses encroutées de fibro-cartilage. Une capsule plus ou moins nette, renforcée parfois par des bandes fibreuses réalise de véritables ligaments, pour donner enfin une ébauche évoluée de synoviale.

ETIOLOGIE - PATHOGENIE

Causes mécaniques

Certaines pseudarthroses relèvent de processus mécaniques indiscutables. Il est classique d'insister surtout sur l'interposition musculaire, les pertes de substance, l'insuffisance de réduction de la fracture ou de l'imperfection de son immobilisation.

I. L'INTERPOSITION MUSCULAIRE

Dans les traités classiques, l'interposition musculaire est considérée comme une cause banale de pseudarthrose.

Le mécanisme même de la formation de la pseudarthrose à partir de l'interposition est mal connu.

Lorsque l'interposition est minime, il est possible que la dégénérescence conjonctive se fasse assez vite; dans ce cas, il n'y aurait que retard de consolidation.

Ailleurs, le tissu musculaire empêche l'ossification. Les exposés de LERICHE et POLICARD précisent que le tissu musculaire interposé ne s'ossifie pas, même quand il se crée un champignon osseux à l'extrémité de chaque fragment; le phénomène est curieux puisque, normalement, dans beaucoup de fractures, les muscles voisins participent à la formation du cal externe; d'autre part, il existe des ostéomes musculaires. On prétend que la cause en est l'orientation des fibres; plus simplement, on peut penser que l'interposition empêche la fusion des deux masses conjonctives qui se forment dans la fibrine périfracturaire. Peu à peu, le muscle devient fibreux; après quinze à vingt jours, l'obstacle est définitif. L'ossification est arrêtée.

Lorsque le fragment a embroché un muscle, particulièrement à l'humérus ou au fémur, si la réduction n'a pas supprimé l'interposition, la pseudarthrose est fatale, et on est en droit d'intervenir dès que l'interposition paraît simplement probable (LERICHE).

Il convient cependant de remarquer que, si le rôle de l'interposition musculaire est généralement admis, certains auteurs en ont discuté la réalité ou tout au moins la fréquence.

CUNEO et HOHMANN considèrent la part de l'interposition musculaire comme exagérée dans le déterminisme des pseudarthroses, en chirurgie de guerre.

MATHIEU pense que l'interposition génératrice de pseudarthrose n'est pas toujours de nature musculaire. Pour lui, le tissu scléreux interposé entre les fragments proviendrait le plus souvent de la transformation du cal fibreux qui n'a pas été envahi par le processus d'ossification. "Un retard trop prolongé apporté à la consolidation d'une fracture dont les fragments sont capables d'ostéogénèse peut dégénérer en pseudarthrose, si les extrémités longtemps séparées par une interposition primitive ou une interposition néoformée de tissu scléreux, finissent par s'éburner. La suppression précoce de ces interpositions aurait sans doute souvent suffi pour obtenir un cal osseux." Cette notion est extrêmement intéressante: certains chirurgiens, tels que LORENZ, mettant en garde contre la trop grande hâte que manifestent parfois les chirurgiens à intervenir dans les retards de consolidation, prônent un traitement conservateur et un certain temps d'attente.

La thèse de MATHIEU condamne, au contraire, une telle façon d'agir et invite à ne pas prolonger à l'excès la temporisation et les traitements médicaux dans les retards de consolidation. LERICHE et LAMBOTTE pensent de même.

II. LES PERTES DE SUBSTANCE

Les pertes de substance osseuse jouent un rôle important et constituent évidemment une cause inéluctable de non-consolidation.

Elles peuvent être immédiates, contemporaines de la fracture comme conséquence directe du traumatisme. Ce sont surtout les fractures par projectile dans les lésions de guerre. Mais elles peuvent aussi résulter d'un acte chirurgical intempestif. Depuis l'avènement des antibiotiques, LERICHE nous conseille d'être économe dans les esquillectomies pour fractures ouvertes.

III. L'INSUFFISANCE DE REDUCTION

L'absence de contact osseux, même sans interruption musculaire, le chevauchement et le déplacement latéral, les angulations surtout, favorisent la production de pseudarthroses. Certes, des fractures mal réduites peuvent se consolider parfaitement; mais les fractures qui se consolident le plus rapidement et dans les meilleures conditions sont généralement celles qui ont été le plus exactement réduites.

Une autre faute retient notre attention: une extension trop puissante entraîne une hypercorrection. Le raccourcissement est remplacé par un écart interfragmentaire; le résultat n'est pas meilleur. DECKER, et plusieurs autres auteurs, ont insisté sur ce point.

De ce point de vue, la méthode d'extension continue par traction osseuse au moyen de la broche de KIRSCHNER, si elle constitue le traitement de choix dans les fractures de la plupart des os longs, n'est cependant pas sans danger. Le risque d'une extension trop forte demande une surveillance rigoureuse, un contrôle radiologique au lit du malade aussi fréquent que possible. Mal surveillée, laissée trop longtemps en place, elle permet la formation d'un tissu fibreux qui se révélera inossifiable entre les deux fragments.

IV. L'IMPERFECTION DE L'IMMOBILISATION

Une fracture, pour consolider, réclame l'immobilité rigoureuse du sujet.

La question de l'influence des petits mouvements sur la formation du cal a suscité de nombreuses controverses. Certains ont soutenu que la mobilisation excitait la formation du cal. C'est pourquoi VERNEUIL frottait l'une contre l'autre les extrémités osseuses en cas de retard de consolidation ou de pseudarthrose. "En réalité, écrit BOPPE, tout mouvement de frottement latéral en ciseaux, selon

l'expression allemande, est néfaste. Ces mouvements déchirent, cisailent les néovaisseaux qui envahissent le tissu conjonctif jeune interfragmentaire. Alors ce tissu peu vascularisé, mal irrigué, constituera un terrain peu propice à la formation du cal, il évoluera vers le tissu fibreux dense, d'où retard de consolidation, pseudarthrose. Par contre, au bout de plusieurs semaines, au moment de la prise du cal, quelques petits mouvements dans l'axe longitudinal rapprochant les fragments sont favorables." C'est là le principe de la méthode ambulatoire de DELBET, mais cette méthode ne doit être appliquée qu'au bon moment.

L'immobilisation durable et ininterrompue jusqu'à consolidation reste un dogme intangible (BOEHLER). Le repos d'un organe est une condition habituelle de sa guérison, loi fondamentale de pathologie générale. Vraie pour la tuberculose pulmonaire ou pour une tumeur blanche, vraie pour un phlegmon de la main, cette loi se vérifie également pour les fractures.

Enfin, si la qualité de l'immobilisation a son importance, sa durée n'est pas non plus à négliger: elle doit être suffisamment prolongée.

V. LESIONS VASCULAIRES

La lésion de l'artère nourricière de l'os a été également considérée comme le facteur de certaines pseudarthroses. De même l'insuffisance de circulation au niveau du foyer de fracture par lacération étendue des muscles ou compression par un hématome volumineux.

Causes trophiques et pathologiques

I. L'INFECTION

L'infection des fractures ouvertes est une cause bien établie de pseudarthrose.

Une infection légère peut agir comme stimulant de l'ostéogénèse, favorisant la formation d'un cal volumineux, souvent, d'ailleurs, de médiocre qualité. Mais une infection prolongée, résistant aux traitements antibiotiques, entraînera toujours un retard de consolidation. Des séquestres peuvent être visibles sur les clichés radiologiques, dans des cavités plus ou moins grandes; ils s'ouvrent parfois à l'extérieur par une fistule qu'il faut explorer.

II. ROLE DE L'OSTEOSYNTHESE

Rien n'est plus discuté que cette question. Il est généralement admis que toute intervention sur un foyer de fracture, et à fortiori les ostéosynthèses métalliques, prolongent le temps de consolidation.

Les travaux intéressants de MENEGAUX et d'ODIETTE, sur la biologie de l'ostéosynthèse, ont montré le rôle toxique *in vitro* de certains métaux sur la croissance des tissus osseux et leur influence sur la fixation des composés minéraux dans les cultures d'ostéoblastes. Mais, ce qui n'est pas prouvé, c'est la plus grande fréquence des pseudarthroses après ostéosynthèse.

Correctement exécutée, l'ostéosynthèse semble échapper aux accusations qui lui ont été faites. C'est l'opinion de nombreux chirurgiens; de nombreuses constatations faites à la clinique universitaire de chirurgie de Genève, prouvent que rares sont les cas où l'ostéosynthèse produit une pseudarthrose.

VERBRUGGE et DEROM écrivent à ce propos: "Quand une pseudarthrose succède à une ostéosynthèse, il faut avoir le courage d'envisager la part de responsabilité qu'il faut imputer aux défauts d'une technique, à l'infection et aux manques de soins post-opératoires. Les causes de pseudarthroses consécutives aux ostéosynthèses sont les mêmes que les causes des pseudarthroses spontanées après fractures, manque d'immobilisation, manque de coaptation, infection ou intolérance du matériel métallique."

III. LE ROLE DE CERTAINS ETATS PATHOLOGIQUES OU PHYSIOLOGIQUES

De nombreux états morbides ont été incriminés: le diabète, le paludisme, la variole, la syphilis, l'alcoolisme, l'artérite, les séquelles de poliomyélite, d'ostéomyélite, d'ictus, ainsi que certains états physiologiques: la grossesse, l'allaitement, la sénilité. Leur rôle est diversement apprécié.

Celui de la syphilis semble important si l'on en croit GIRODE, LEVEUF, MATHIEU et PADOVANI.

D'autres auteurs, cependant, lui refusent une telle nocivité en la matière.

L'importance de ces différents états est encore mal déterminée; l'avenir nous fournira sans doute, des données plus précises.

Pseudarthroses sans causes apparentes

Toutes les étiologies plus ou moins classiques de pseudarthroses examinés, il existe des cas où l'on n'en trouve aucune. La fracture a été bien réduite, correctement immobilisée; aucune raison trophique ni pathologique ne peut être retenue; cependant, la consolidation ne se fait pas.

La multiplicité des hypothèses témoigne de notre ignorance actuelle en face de ce problème.

I. TROUBLES METABOLIQUES

Le rôle de certains métabolismes paraît aujourd'hui prépondérant.

Les études biochimiques ont apporté quelques conclusions (CARTIER). L'apport alimentaire en calcium et en phosphore doit être suffisant et équilibré. Les éléments minéraux du sang ne participent à l'ossification que sous une forme ionisée qui ne représente qu'une faible proportion du calcium et du phosphore totaux, leur proportion étant influencée par la concentration en protéines sériques et par l'équilibre acido-basique du milieu intérieur. La formation du tissu osseux est conditionnée par l'élaboration d'une ébauche conjonctive qui demeurera insuffisante sans la quantité requise de protéines, et si une carence en vitamine C empêche l'assimilation de ces matériaux par l'organisme. Enfin, pour que les sels minéraux puissent se fixer sur la matrice protéique, un facteur enzymatique d'origine médullaire, certaines vitamines C et certains métaux (manganèse) sont nécessaires.

L'importance des ions calcium et phosphore, de certaines protéines, de l'acide ascorbique apparaît dans la pathogénie des retards de consolidation. Leur rôle n'est cependant pas encore entièrement déterminé.

II. TROUBLES ENDOCRINIENS

Les troubles endocriniens ont certainement une importance plus grande; néanmoins, ils demeurent mal connus.

On a montré que l'insuffisance thyroïdienne provoque un net retard de l'ossification;

que les parathyroïdes jouent un rôle dans certaines dystrophies osseuses, telle que par exemple l'ostéite fibrokystique qu'ALBRIGHT pense expliquer de la façon suivante: l'hormone parathyroïdienne stimule la résorption ostéoclastique qui

aboutit à la libération du calcium de l'os dans les humeurs. Injectée à un animal, elle produit très rapidement une multiplication des ostéoclastes dans le tissu osseux, ainsi qu'une élévation de la calcémie et de la calciurie. L'hypercalcémie s'accompagne d'hypophosphatémie et d'hyperphosphaturie. Quand les injections sont poursuivies de façon quotidienne, la résorption osseuse excessive finit par créer un syndrome d'ostéite fibro-kystique. Cependant, le mode d'action de cette hormone n'est pas encore entièrement précisé.

L'insuline, l'extrait cortico-surrénal, l'extrait prostatique activeraient la calcification. A l'opposé, la prostatectomie, la déficience hormonale sexuelle, l'hyperadrénalinémie expérimentale, la surrénalectomie partielle entraîneraient un retard de consolidation.

"Il ne saurait être question de donner aux glandes endocrines un rôle capital dans la pathogénie des pseudarthroses; l'emploi des extraits endocriniens n'aura de portée thérapeutique que vis-à-vis des retards de consolidation." (P. MATHIEU)

III. TROUBLES VASCULAIRES

Pour LERICHE, le problème des pseudarthroses sans raison mécanique apparente se réduit souvent à une seule cause: la brièveté et l'insuffisance de la raréfaction hyperhémique post-traumatique.

"L'hyperhémie est nécessaire à la constitution du cal. Elle est nécessaire du point de vue conjonctif et du point de vue de l'os même. La raréfaction de l'os, fonction de la vasodilatation intrahaversienne, est un des temps obligatoires de l'ostéogénèse péri-fracturaire. Si l'hyperhémie manque, ou ne dure pas assez, si l'évolution conjonctive et sa raréfaction ne se font pas: la pseudarthrose est fatale." LERICHE en trouve la preuve dans la sympathectomie et le forage de BECK. C'est là une médication ostéogénique par hyperhémie.

Il conclut: "Nombre de pseudarthroses sont dues à une insuffisance des réactions hyperhémiques post-traumatiques, à un trouble de l'évolution et de la raréfaction osseuse consécutives, ce qui tient peut-être au tempérament vaso-moteur de l'individu."

Telle est la théorie de LERICHE et de POLICARD.

ETUDE CLINIQUE

Les symptômes des pseudarthroses sont classiques. Le plus évident est la mobilité anormale. Dans un foyer de fracture, une mobilité persiste à une date où il est habituel de trouver des fractures du même type déjà solides. Cependant, cette mobilité anormale doit être établie; il n'est pas toujours facile de la mettre en évidence, par exemple dans les pseudarthroses fibreuses serrées. Si, de plus, le blessé est porteur d'une ostéosynthèse solide, il ne peut être question de recherche clinique de la mobilité.

On ne saurait concevoir cet examen sans radiographie. C'est la radiographie qui précise certains détails anatomo-pathologiques importants d'une pseudarthrose, qu'il s'agisse de la longueur d'une perte de substance ou de l'état des extrémités osseuses. Les clichés de face et de profil sont nécessaires. Ils permettent l'étude du trait de fracture, invariable chez un malade donné; on évitera grâce à ce double examen, les fausses images de consolidation obtenues par des rayons tangentiels.

Autre signe important: l'absence de douleur. Un foyer de pseudarthrose est indolore. Une fracture en voie de consolidation est sensible, non pas spontanément, mais à la pression locale, à la mobilisation forcée. En réalité, il s'agit là d'un symptôme très important, quoique parfois insuffisant. Certains foyers de fracture deviennent très vite indolores; quelques pseudarthroses peuvent être sensibles. C'est encore à la radiographie qu'il faut recourir; elle peut donner des renseignements qui favorisent le pronostic. Des extrémités osseuses claires, décalcifiées, peuvent encore se souder. Des extrémités denses, éburnées, séparées par un espace clair, net, risquent d'aboutir à une pseudarthrose.

L'absence de crépitation et de tuméfaction osseuse complètent la symptomatologie.

On tiendra compte ensuite de l'état des parties molles: état de la peau, cicatrisation souple ou scléreuse. On examinera la trophicité du membre et on s'assurera de la bonne vascularisation de l'extrémité mise en cause.

Il faut étudier l'état général du malade. Porte-t-il le poids d'une tare, d'une maladie générale, d'une insuffisance glandulaire, d'une ostéodystrophie qui expliqueraient la pseudarthrose?

Il est parfois difficile de distinguer une pseudarthrose d'un retard de consolidation. Cette discrimination pour subtile qu'elle soit est indispensable. L'étude du temps écoulé depuis la fracture est éclairante. On connaît les délais normaux

de consolidation. Ces délais passés, il reste une période pendant laquelle il est raisonnable d'espérer encore une guérison spontanée. Ces délais varient d'ailleurs selon le siège, le type de fracture, l'âge du malade, le traitement appliqué. L'examen clinique ne permet pas souvent dès lors d'établir avec certitude s'il s'agit de l'une ou de l'autre. Les classiques concluaient à la pseudarthrose lorsque la mobilité anormale du foyer de fracture ne réveillait aucune douleur : symptôme effectivement important, souvent infidèle.

Que faire dans les cas douteux? Certains auteurs conseillent d'attendre. LORENZ préconise la temporisation, le traitement conservateur.

VERBRUGGE et DEROM affirment le contraire: "En règle générale nous pouvons dire qu'à moins de circonstances exceptionnelles, si une fracture ne présente aucune consolidation au bout de trois mois, et si cette absence d'ossification est accompagnée d'impotence fonctionnelle, on peut pratiquement parler de pseudarthrose et on perd plus à attendre qu'à intervenir sans tarder, d'autant plus que les résultats que donne dans de semblables cas le traitement chirurgical sont presque toujours des résultats rapides et excellents."

LERICHE est du même avis: "en pratique, de nos jours, et en fonction de la thérapeutique, on doit considérer que si, deux mois après les délais normaux de consolidation d'une fracture, après emploi des traitements usuels, s'il n'y a pas de cal solide, il faut se comporter comme en présence d'une pseudarthrose. Nous ne parlons évidemment ici que de fractures fermées."

En résumé, ces considérations montrent les difficultés qu'il y a à poser un diagnostic et un pronostic d'une fracture qui ne se consolide pas.

STATISTIQUES

Avant de passer en revue les principales méthodes utilisées aujourd'hui pour le traitement des pseudarthroses, il y a lieu de donner ici un bref aperçu du nombre de fractures se rapportant aux os longs, traitées à la clinique universitaire de chirurgie pendant ces 20 dernières années. En reprenant toutes les anamnèses depuis 20 ans, on arrive aux chiffres suivants:

Pendant la période de 1932 à 1951, on soigna 3563 fractures qui se répartissent comme suit:

humérus:	641
radius et cubitus:	592
col du fémur:	292
diaphyse fémorale:	548
tibia et péroné:	1490

Sur ces 3563 fractures, les 117 pseudarthroses se répartissent de la façon suivante:

humérus:	16
radius et cubitus:	20
col du fémur:	8
diaphyse fémorale:	22
tibia et péroné:	51

Sur le total des fractures, le pourcentage de pseudarthroses est donc de 3,28 % avec la répartition suivante:

humérus:	2,5 %
radius et cubitus:	3,3 %
col du fémur:	2,7 %
diaphyse fémorale:	4,0 %
tibia et péroné:	3,4 %

Ces chiffres, comparés à ceux des statistiques des autres auteurs, indiquent une situation à peu près analogue.

Ainsi BRUNS mentionne 1 pseudarthrose sur 200 à 250 cas, ce qui ne donnerait qu'un pourcentage de 1,2 %, de même que MAGNUS 0,69 % pour 4518 fractures. Par contre SCUDDER mentionne 2-3 % et HEY-GROVES 4-5 %.

TABLEAU No. 1

	Nombre de fractures	Nombre de pseudarthroses	% de pseudarthroses
HUMERUS	641	16	2,5
RADIUS ET CUBITUS	592	20	3,3
COL DU FEMUR	292	8	2,7
DIAPHYSE FEMORALE	548	22	4,0
TIBIA ET PERONE	1490	51	3,4
TOTAL	3563	117	3,28

A titre de comparaison la statistique de CUNEO est intéressante à rappeler et à détailler. Sur 300 cas de pseudarthroses dans un centre de chirurgie osseuse, il a observé 127 pseudarthroses de l'humérus, 94 pseudarthroses de l'avant-bras, 63 pseudarthroses du tibia, 14 pseudarthroses du fémur et 2 pseudarthroses des petits os.

De même BERANGER-FERAUD notait sur 1005 pseudarthroses 294 pour le fémur, 242 pour les os de la jambe, 303 pour l'humérus, 111 pour l'avant-bras et 55 pour les petits os.

S'il est intéressant de voir le nombre de pseudarthroses par rapport au nombre de fractures traitées à la clinique universitaire de chirurgie pendant ces 20 dernières années, il l'est encore davantage d'examiner l'évolution de ces cas. Il ne suffit pas de constater une pseudarthrose, d'en poser le diagnostic exact, d'en faire le diagnostic différentiel avec un retard de consolidation, il faut encore la traiter.

Le tableau suivant réunit les résultats obtenus par les traitements pour chaque os, et donne ainsi une idée d'ensemble du pourcentage de consolidations et d'échecs.

Il y a parmi ces cas, un certain nombre de pseudarthroses non traitées, le plus souvent à cause d'une débilité générale trop prononcée, de l'âge avancé ou d'un refus d'intervention de la part du malade.

TABLEAU No. 2

	Nombre de pseudar- throses	Nombre d'opéra- tions	R E S U L T A T S				Cas non trai- tés
			Consolidations		Echecs		
			Nombre	%	Nombre	%	
HUMERUS	16	12	11	91,6	1	8,4	4
RADIUS-CUBITUS	20	14	12	85,0	2	15,0	6
COL DU FEMUR	8	4	3	75,0	1	25,0	4
DIAPHYSE FEM.	22	20	18	90,0	2	10,0	2
TIBIA-PERONE	51	42	37	88,0	5	12,0	9
TOTAL	117	92	81	88,0	11	12,0	25

Une fois de plus, ces statistiques vérifient l'expérience générale.

C'est ainsi qu'ALBEE mentionne les données suivantes: sur 745 cas, dont 201 pseudarthroses du bras, 162 de l'avant-bras, 121 de la cuisse, 270 de la jambe et sur l'ensemble de 28 cas de pertes de substance, l'auteur a eu 671 bons résultats, nous donnant un pourcentage de 89 % contre 83 mauvais résultats, soit un pourcentage de 11 %. Le tableau No. 2 accuse 88 % de succès et 12 % d'échecs.

HISTORIQUE

Evolution des traitements des pseudarthroses

Avant d'examiner les méthodes chirurgicales actuelles, et principalement celles qui sont employées à la clinique universitaire de chirurgie de Genève, voici un bref aperçu des traitements qui furent en usage dans le passé et qui mirent parfois les chirurgiens sur la piste de la thérapeutique d'aujourd'hui.

Laissant de côté le traitement médical qui a moins d'importance, il faut considérer le traitement chirurgical qui fut, à ses débuts aussi bien palliatif que curatif. Le traitement palliatif consistait dans l'application de prothèses qui donnaient au membre affecté de pseudarthrose la rigidité qui lui manquait, lui permettant d'accomplir toutes ou une partie de ses fonctions. On en a décrit de très ingénieuses, pour toutes les régions du corps. (Traité de pseudarthroses de BERANGER-FERAUD.)

Un des premiers traitements curatifs fut le frottement. On en trouve la première indication dans le traité de CELSE; il aurait procuré quelques succès à VELPEAU et à MALGAIGNE. Il fallait saisir fortement le membre au-dessus et au-dessous de la fausse articulation puis frotter les extrémités mobiles l'une contre l'autre, jusqu'à ce que la douleur se fasse sentir. L'irritation des extrémités osseuses, le tiraillement des tissus fibreux qui résultaient de cette manoeuvre pouvaient réveiller le travail ostéoplastique, amener la consolidation.

L'ACUPUNCTURE: c'est MALGAIGNE qui y recourt le premier, en 1837, WIESEL a repris cette méthode en 1840, de même que LENOIR en 1845. BERANGER-FERAUD réunit 26 observations: 12 succès, 14 échecs.

L'ELECTRO-PUNCTURE est plus rationnelle et plus efficace. En 1850, LENTE, du New York Hospital, obtint 3 guérisons par ce moyen. Le Professeur LE FORT, lui substitua l'électrolyse; il obtint grâce à elle deux succès complets sur quatre; il en rendit compte au Congrès français de chirurgie dans la séance du 17 mars 1888.

La CAUTERISATION fut employée sous deux formes. MATHIAS-MAYOR, en 1828, imagina de faire pénétrer un trocart dans le foyer de fracture et de glisser dans sa canule un stylet, porté à 100 degrés par immersion dans l'eau bouillante. Ce moyen lui réussit deux fois, mais il échoua entre les mains de VERNEUIL et de NELATON. Ces pratiques sont dangereuses et trop incertaines pour qu'on puisse les conseiller, écrivait-on dans les anciens traités.

Le SETON, employé pour la première fois par WINSLOW en 1787, réussit quelques années plus tard, entre les mains de PERCY; il fut érigé en méthode par PHYSICK, de Philadelphie, en 1802. Le chirurgien américain fit passer entre les extrémités osseuses une aiguille enfilée d'un fil de soie qu'il laissa à demeure. La consolidation se fit au bout de 5 mois; après quoi on retira le SETON.

DIEFFENBACH, s'inspirant des travaux de TROJA et FLOURENS eut, vers 1848, l'idée de perforer les fragments à petite distance de leur extrémité et d'introduire dans les trous des tiges d'ivoire que d'autres ont remplacées par des clous de plomb ou par des tiges métalliques.

Les méthodes que nous venons d'exposer et qui ne sont qu'un bref aperçu de la multitude des procédés employés, sont logiques au point de vue de la physiologie et de l'anatomie pathologique, mais défectueuses dans leur application. Elles appartiennent à une époque où la chirurgie, doutant d'elle-même, procédait par tâtonnements et cherchait sa voie. Elle l'a trouvée aujourd'hui, grâce à l'asepsie, et peut en toute sécurité opérer des infirmités qu'elle n'osait attaquer autrefois.

TRAITEMENTS ACTUELS DES PSEUDARTHROSES

Toute fracture déclenche un certain nombre de phénomènes qui aboutissent normalement à la consolidation osseuse; leur modification entraîne cependant, selon des processus variables, soit un retard de consolidation, soit un arrêt définitif, la pseudarthrose. Si les méthodes médicales et parachirurgicales connaissent des succès dans les retards de consolidation, elles n'en remportent aucun dans les pseudarthroses. C'est pourquoi le traitement chirurgical en reste le traitement idéal.

I. METHODES VISANT A MODIFIER L'ETAT TROPHIQUE DES FRAGMENTS ET DU TISSU CONJONCTIF VOISIN

Une opération qui a pour but de changer l'état trophique des fragments est presque toujours nécessaire; elle n'est cependant pas toujours suffisante. Elle peut

donc être conçue comme un acte isolé ou comme un temps de l'opération. Plusieurs types d'opérations peuvent être utilisées à cette fin.

A. Le forage de BECK, 1929

Ce procédé consiste à pratiquer des perforations multiples dans les extrémités osseuses, soit à travers la peau, soit après mise à nu de la fracture, en ouvrant ainsi les cavités médullaires comblées par un couvercle osseux. Ces perforations allant aussi à travers le tissu cicatriciel interfragmentaire provoquent des phénomènes de vaso-dilatation secondaire au niveau de la zone pathologique. L'efficacité de ce procédé est bonne en général, mais il ne peut être employé logiquement à l'état isolé que dans des cas de pseudarthroses fibreuses, avec fragments bien réduits en position correcte et faible espace interfragmentaire. Simple et bénigne, cette méthode, à la condition qu'elle soit réservée à de tels cas, suffit à guérir nombre de pseudarthroses.

Cette méthode fut employée plusieurs fois à la clinique universitaire de chirurgie, jamais cependant comme acte chirurgical isolé; le résultat fut toujours satisfaisant. L'intervention eut lieu trois fois pour le fémur avec trois succès; deux fois pour le radius et cubitus avec un succès et un échec, cet échec étant dû au refus du patient de subir un traitement ultérieur.

B. Le morcellement des extrémités osseuses. (KIRSCHNER, 1923)

Cette méthode aboutit au même résultat par un acte opératoire plus complexe; elle ne mérite donc pas d'être substituée au forage de BECK. On l'emploie de moins en moins.

C. La résection des extrémités osseuses sclérosées. (WHITE, 1760)

L'avivement simple des fragments, avec résection du cal fibreux interfragmentaire, ouverture du canal médullaire, résection limitée des extrémités osseuses pseudarthrosées est en règle générale ou bien excessif ou insuffisant. Il faut, en effet, dans les cas qui ne peuvent être guéris par simple forage, le compléter par une des méthodes réalisant une mise bout à bout, avec contention des fragments permettant un effet ostéogénique.

II. METHODES VISANT A REALISER LA REDUCTION ET LA CONTENTION DES FRAGMENTS PSEUDARTHROSES

La contention rigoureuse des deux fragments est un élément indispensable du traitement des pseudarthroses; bien souvent, elle est insuffisante; il faut lui

adjoindre, au niveau de ce foyer où l'ostéogénèse a été dérégulée, un élément déclenchant la formation du cal. Il n'y a qu'un moyen efficace actuellement : l'apport d'os frais par greffe prélevée au moment de l'intervention ou conservée dans les banques d'os.

A. Procédés d'ostéosynthèse isolé

Le cerclage et la suture par fil métallique, deux procédés simples, furent surtout employés dans les fractures obliques avec chevauchement latéral ou avec interposition musculaire. Par une incision au niveau de la fracture on passe deux ou trois fils au-dessus et au-dessous de la fracture. On suture plan par plan et met le membre au repos dans un plâtre.

Résultats : 14 cerclages, 14 consolidations, dont 7 pour le tibia, 4 pour le fémur, 1 pour le radius et 2 pour l'humérus.

Le vissage fut surtout employé dans les fractures à biseau court, soit seul, soit avec plaque vissée. Ici encore, les résultats furent satisfaisants :

16 opérations : 16 succès, 1 échec.

Les opérations sont réparties de la façon suivante :

humérus : 3 opérations, 3 succès ;

radius et cubitus : 4 opérations, 4 succès ;

fémur : 3 opérations, 3 succès ;

tibia et péroné : 6 opérations, 5 succès, 1 échec. Il s'agissait d'une fracture gravement infectée avec fistulisation.

L'enclouage centro-médullaire par clou de KUNTSCHER, employé surtout pour les fractures et les pseudarthroses de la diaphyse fémorale, fut utilisé autrefois aussi pour les autres os longs. C'est une méthode qui entraîne souvent un choc opératoire pénible et une sidération, sinon complète, du moins partielle de la moelle de l'os. De plus la contention n'est pas toujours parfaite et on observe souvent une rotation des fragments l'un par rapport à l'autre, parfois même un écart entre les fragments.

Pour le fémur, où l'immobilisation par plâtre est difficile, très gênante pour le malade, dangereuse pour la mobilité du genou, le clou de KUNTSCHER est très utile, surtout s'il est associé à une greffe. Il assurera alors un montage solide, sans gêner le moins du monde le greffon. Renforcé pendant le premier mois par un plâtre, il permet ensuite une utilisation, ou au moins une mobilisation excellente du membre.

A la clinique universitaire de chirurgie, ce procédé fut utilisé 8 fois, 3 opérations sur l'humérus avec 3 consolidations, 3 sur le tibia avec 3 consolidations et 2 sur le fémur avec 1 succès et 1 échec.

Ces procédés d'ostéosynthèse peuvent être employés soit isolément, soit l'un avec l'autre, ce qui assure une meilleure contention des fragments et une consolidation plus rapide.

B. Procédés de greffe

Pour éviter les inconvénients de l'ostéosynthèse métallique, tout en conservant les avantages d'une fixation rigide, on a cherché à réaliser la fixation des fragments avivés par des greffons osseux, jouant à la fois le rôle de tuteurs rigides et le rôle biologique.

1. Genres de greffes

Les greffes ostéopériostiques, type OLLIER-DELAGENIERE sont parmi les plus anciennement employées. La plupart des auteurs ne leur attribuent qu'une valeur ostéogénique médiocre; cependant, elles furent utilisées ici 2 fois pour le tibia et 1 fois pour le fémur avec 3 succès. Aujourd'hui, elles sont abandonnées.

L'os purum de SVANTE ORELL, os désalbuminé tout comme l'os novum semblent avoir fait la preuve de leur inconstante efficacité et ne sont plus guère employés de nos jours.

L'os cortical est prélevé, dans la règle, sur la face interne du tibia à la scie circulaire électrique et peut être fixé de différentes manières.

La greffe d'os spongieux de MATTI, se prélève soit dans les épiphyses du tibia, soit dans les importants massifs de l'aile iliaque antérieure ou postérieure, ou encore dans le grand trochanter. L'os spongieux possède l'immense avantage d'une adaptation aisée et par là de sa prise plus facile. Il n'a pas la solidité de l'os cortical; on l'emploie surtout pour combler les pertes de substance maintenues par d'autres moyens de fixations; il n'est souvent qu'un adjuvant de l'os dense qui assure la solidité du montage.

JENTZER utilise la greffe de MATTI de la façon suivante: Ablation au niveau de la pseudarthrose de la moitié du tissu d'interposition. Ainsi les deux extrémités osseuses qui sont sensées avoir été bien réduites, continuent à rester en bonne position. Avivement des extrémités osseuses visibles et curettage du canal

médullaire. Introduction dans le canal médullaire et dans tout l'espace interfragmentaire de petites greffes de MATTI. Il est même arrivé que JENTZER, dans de très mauvais cas, a ajouté une greffe de PHEMISTER du côté opposé à la greffe de MATTI. Plâtre pour l'immobilisation.

2. Sources de greffes

Les hétérogreffes furent employées par certains auteurs avec des succès variables; on a tendance actuellement à les abandonner. On les prépare le plus souvent à partir de l'os de boeuf (tibia ou fémur). Les pièces obtenues et nettoyées sont dégraissées dans l'essence (benzine) pendant 24 heures, puis mises dans l'éther pendant 24 heures, puis cuites dans l'eau bouillante, 2 à 3 heures et séchées. Avant l'usage, on les stérilise comme les instruments.

Les homogreffes. - Banque d'os. La greffe osseuse homogène est essayée avec plus ou moins de succès depuis le début du siècle. Mais ce n'est que depuis l'emploi de la congélation que la méthode a été employée de façon heureuse tant en Amérique (première banque d'os à New York en 1945) qu'en France où SICARD-et BINET en ont fixé la technique et les indications.

Les greffons sont prélevés sur le tibia ou les parties osseuses spongieuses de cadavres ou de membres amputés chez des sujets indemnes de toute lésion infectieuse, syphilitique, tuberculeuse ou tumorale. Le prélèvement est effectué 2 à 8 heures après la mort. Il est fait avec toute l'asepsie d'une opération chirurgicale. Immédiatement, le greffon est introduit dans le tube d'un appareil réfrigérateur qui le congèle à -35 degrés, en 1 heure de temps, ce qui fixe les tissus sans en altérer les cellules. Après un examen bactériologique, le froid ne tuant pas toutes les bactéries pathogènes, le froid est ramené à -10 degrés et le greffon peut ainsi être gardé pendant 1 à 4 ou 8 semaines.

Rien dans son évolution ne distingue le greffon conservé au froid des autres greffes fraîches utilisées jusqu'ici. S'il est employé rapidement il ne meurt, comme le greffon autogène, que secondairement, pour être ensuite réhabité. Si le délai de conservation a été plus long, le greffon est un os mort, qui se transforme ensuite de la même façon.

Les avantages des greffes conservées sont nombreux. Breveté des interventions par suppression du temps de prélèvement. Suppression des douleurs post-opératoires au niveau de la zone de prélèvement. Possibilité de faire des greffes très étendues en un temps, de modeler un greffon, de greffer des sujets fragiles ou décalcifiés.

A ce propos, ZIMBRON et VELASCO mentionnent, dans une communication des Mémoires de l'Académie de Chirurgie, 128 cas de greffes pratiquées selon les données analogues à celles de SICARD et HERBERT. La tolérance de la greffe a été de 97,6 %, la consolidation clinique, de 91,4 %, la prise de la greffe au point de vue radiologique de 82,8 %.

L'autogreffe fraîche est un très bon procédé, beaucoup utilisé de nos jours. Elle est prélevée directement, au moment de l'opération, et peut réaliser soit une plastie de voisinage, qu'il s'agisse d'une greffe par glissement, d'une ostéoplastie par dédoublement type CUNEO-BLOCH, ou d'une translation, soit alors d'un transport osseux à distance.

3. Fixation des greffes

Avant de fixer ces greffes, il faut connaître d'abord les conditions d'application qui ne posent plus de problèmes aujourd'hui: nécessité de l'absence de l'infection, nécessité d'un lit de greffe bien vascularisé, nécessité d'un contact étroit entre le transplant et les extrémités osseuses avivées, nécessité d'une fixation rigoureuse de la greffe sur l'os, nécessité d'une couverture cutanée solide et saine réalisée préalablement à la greffe, nécessité d'une immobilisation parfaite et suffisamment prolongée.

Dans l'épaisseur de l'os même, 3 positions sont possibles:

L'enchevillement médullaire était classique. On ne l'emploie guère de nos jours. A la clinique universitaire de chirurgie, il fut utilisé 7 fois, avec un échec au fémur.

La greffe en onlay est plus courante. Elle consiste à appliquer le greffon sur une des faces de l'os. Celle-ci doit être au préalable soigneusement avivée par l'ablation du périoste afin que le greffon puisse fusionner plus facilement avec l'os sur toute son étendue. A la clinique universitaire de chirurgie, on signale 16 cas, tous cependant combinés avec un cerclage; tous les cas se sont bien consolidés.

La greffe en inlay ne peut pratiquement être employée qu'au tibia. On creuse une tranchée sur chacun des fragments, à la scie circulaire; on y encastre un greffon exactement taillé.

La greffe apposée selon le procédé de PHEMISTER. Cette méthode est très en vogue de nos jours. On fait une incision de la peau au niveau de la fracture. Le périoste est ruginé et refoulé de côté avec les muscles. Le greffon est ensuite placé sur le trait de fracture pseudarthrosé et maintenu par

ces parties molles étroitement suturées par-dessus lui. Rien n'est fait au niveau du cal lui-même; ce procédé s'oppose donc à la notion classique de l'ablation du tissu d'interposition, de l'avivement des extrémités osseuses, du curetage du canal médullaire. La méthode de PHEMISTER n'est pas applicable aux pseudarthroses avec grosse perte de substance. De plus, il faut n'avoir aucune attitude vicieuse à corriger. Ce procédé n'a été employé à la clinique universitaire de chirurgie que ces toutes dernières années; son succès fut complet. Sur les 89 cas opérés, PHEMISTER a obtenu des consolidations excellentes par ossification du foyer de pseudarthrose et intégration du greffon en 3 à 4 mois.

4. Evolution des greffes

L'évolution des greffes a suscité de très nombreuses discussions; elles ne sont d'ailleurs pas encore entièrement closes. Au point de vue pratique, il faut retenir que, quel que soit le greffon utilisé, il meurt à l'exception peut-être de quelques cellules dans la couche d'os juxtapariostée; il doit être réhabité après autolyse du cytoplasme et disparition des noyaux. Grâce à son adhérence fibrineuse puis conjonctive au lit de greffe, il est pénétré par le tissu conjonctif voisin et par ses vaisseaux qui rendent les canaux de HAVERS à la circulation, en même temps que la substance osseuse est raréfiée et résorbée à son niveau, avec possibilité de fracture spontanée. Mais en même temps qu'il se raréfie, le transplant et les zones conjonctives voisines présentent un processus de néoformation osseuse qui aboutit à la réossification du greffon, à son épaissement, à sa croissance, à des modifications dont les causes sont encore mal définies.

Les conditions de l'évolution des greffes osseuses indiquent la valeur relative des divers modes utilisés. On pourrait croire, à priori, puisque toutes les greffes meurent, que la transplantation d'os mort homo- et hétérogreffes, est égale ou supérieure en qualité aux greffes autoplastiques fraîches. En fait, ces greffes d'os mort sont plus difficilement viables, peut-être parce que l'homogreffe morte comme l'os hétéroplastique accélère beaucoup la formation de sclérose autour du transplant. L'os débarrassé de sa graisse et de ses albumines, os purum (ORELL S.) semblait expérimentalement donner un résultat positif plus rapide.

L'autogreffe fraîche reste donc la meilleure, mais avec des différences suivant l'os employé; les transplants d'os spongieux (MATTI) sont beaucoup plus rapidement et facilement revivifiés que ceux d'os compact. Cette revivification ne résulte d'ailleurs pas seulement de la qualité du transplant, mais aussi de l'état vasculaire, des qualités de croissance du tissu conjonctif récepteur et de la parfaite fixation du greffon.

5. Causes d'échecs des greffes

- a. L'infection: Les fractures ouvertes communitives ne doivent être greffées qu'après disparition complète de l'infection. Toutes les fistules doivent être fermées. Même avec le concours des antibiotiques, il faut attendre au moins trois mois avant d'opérer.
- b. Une pression trop forte s'exerce sur la greffe. Ce danger doit être conjuré par une fixation extérieure convenable.
- c. Immobilisation imparfaite et réduction insuffisante. Un plâtre bien monté, joint parfois à d'autres moyens de fixation, pourra éviter de tels ennuis.
- d. Immobilisation de trop faible durée: le greffon n'était pas suffisamment vascularisé. Il faut éviter qu'il soit soumis prématurément à des tensions mécaniques qu'il est incapable de supporter.

III. METHODES VISANT A COMBLER LES PERTES DE SUBSTANCE

Lorsqu'il existe en plus une perte de substance considérable et que celle-ci ne peut être comblée par le raccourcissement opératoire du membre, ce qui n'est guère possible qu'au bras, sans inconvénients majeurs, force est de recourir à la greffe osseuse qui vise ici non seulement à créer les conditions favorables à l'ostéogénèse et parfois à maintenir la réduction, mais encore à remplacer le segment osseux disparu.

On utilise deux méthodes principales: l'ostéoplastie et la greffe osseuse vraie.

1. L'ostéoplastie

L'ostéoplastie consiste à interposer entre les fragments un segment d'os ayant conservé un pédicule de parties molles de périoste, assurant son irrigation sanguine. Classiquement, on distingue l'ostéoplastie par glissement, l'ostéoplastie par bascule et l'ostéoplastie par translation.

L'ostéoplastie par glissement et par bascule d'un fragment osseux pris sur l'os pseudarthrosique lui-même au-dessus et au-dessous du foyer, n'est en réalité qu'un mode de greffe. La seule ostéoplastie vraie s'exécute par translation dont le type est l'opération de HAHN-HUNTINGTON, transportant un fragment pédiculé du péroné sur le tibia. C'est un procédé excellent, mais de réalisation technique assez difficile et applicable uniquement à des cas particuliers.

2. La greffe osseuse vraie

La greffe osseuse libre est donc le procédé généralement employé. Elle n'est entrée dans la pratique, malgré les recherches anciennes d'OLLIER (1859), de BARTH (1893), de MURPHY (1912), qu'au cours de la guerre de 1914-18. C'est au cours des hostilités que l'on a pu préciser l'évolution biologique des divers types de greffe osseuse et les possibilités des diverses techniques. Depuis, des travaux nombreux ont complété ces recherches.

On utilise en général l'autogreffe fraîche, soit sous forme de greffe ostéopériostique, soit sous forme de greffe spongieuse prélevée sur la crête iliaque ou dans le grand trochanter (MATTI), soit sous forme de greffe segmentaire rigide.

Ces divers modes de greffes peuvent d'ailleurs être combinés. On peut, grâce à eux, combler des pertes de substance importante et reconstituer des segments osseux étendus. Les greffes rigides sont employées nécessairement dans les cas où la greffe doit avoir une action de contention et de formation de substance nouvelle. Les greffes spongieuses sont utilisées à titre complémentaire lorsqu'il existe déjà une contention solide.

Voici le nombre d'opérations par greffe de MATTI selon JENTZER et greffe rigide employées seules ou avec d'autres moyens de fixation à la clinique universitaire de chirurgie.

Greffe de MATTI: 17 opérations, 15 succès, 2 échecs.

humérus: 1 opération, 1 succès.

radius et cubitus: 1 opération, 1 échec.

fémur: 6 opérations, 6 succès.

tibia et péroné: 8 opérations, 7 succès, 1 échec.

Greffe rigide: 28 opérations, 26 succès, 2 échecs.

humérus: 2 opérations, 2 succès.

radius et cubitus: 5 opérations, 5 succès.

fémur: 6 opérations, 5 succès, 1 échec.

tibia et péroné: 15 opérations, 14 succès, 1 échec.

A titre de comparaison, voici les résultats de LANGSTON et ELLIS qui ont greffé 94 cas. Sur ces 94 opérations, ils ont enregistré 86 succès et 8 échecs.

CONCLUSIONS

Les résultats obtenus dans le traitement opératoire des pseudarthroses dépendent donc, pour une large part, du choix judicieux de l'intervention et d'une technique correcte. Il faut insister sur l'importance des temps pré-opératoires.

Sans revenir sur les éléments du diagnostic des pseudarthroses, traités dans le chapitre de l'étude clinique; il faut rappeler uniquement quelques points qui méritent une attention particulière. L'absence d'infection locale est en général une condition sine qua non d'intervention. On évitera toute opération pendant une infection générale aiguë ou chronique. L'infection locale sera combattue au préalable par tous les moyens, (antibiotiques, sulfamidés, ferments lytiques, rayons ultra-violets et infra-rouges), mis à la disposition du chirurgien. La peau devra être indemne. Il existe souvent une cicatrice importante, étendue, adhérente à l'os, prête à s'ulcérer. Ces cicatrices doivent être excisées en totalité et remplacées, au besoin, par des greffes pédiculées de peau saine et souple. On veillera au bon état général du malade par un traitement approprié, riche en vitamines et en protéines.

Les soins post-opératoires ne seront pas davantage négligés. L'élément essentiel en est l'immobilisation rigoureuse pendant une durée suffisamment prolongée, deux mois au minimum pour les fractures aseptiques, quatre à cinq mois pour les fractures compliquées; les contrôles radiographiques répétés sont de rigueur.

Puis pratiquons les thérapeutiques actives visant la mobilisation des articulations laissées libres et des muscles éloignés pour éviter l'atrophie par inactivité.

Certaines thérapeutiques secondaires et complémentaires, (infiltrations novocaïniques du sympathique,) peuvent être indiquées dans quelques cas par l'importance des troubles dystrophiques de l'os et des parties molles.

Il faut cependant se méfier de certains traitements médicaux d'action incertaine et parfois nuisibles, tel l'abus de doses élevées de vitamine D responsables de certaines mutations calciques imprévues et de troubles rénaux allant jusqu'à la lithiase phosphatique.

Le matériel d'ostéosynthèse, lorsqu'on l'utilise, doit être enlevé tardivement, sauf en cas d'intolérance.

Le traitement des pseudarthroses exige donc une longue expérience orthopédique.

BIBLIOGRAPHIE

- ALBEE, F. : Bone graft surgery, Philadelphia and London, 1915.
- ALBEE, F. : Principles of treatment of non-union of fractures. Surg., Gynec. and Obst. 1930, 51, 289.
- ALBEE, F. : Various uses of bone graft. Proc. Roy. Soc. Med. (Sect. Orthop.), 1930, 23, 31.
- ALBRIGHT, F. and SULKOWITCH, H.W. : Effect of vitamin D on calcium and phosphorus metabolism; (studies on 4 patients). J. Clin. Investigation, 1938, 17, 305.
- ALBRIGHT, F., DRAKE, T.G. and SULKOWITCH, H.W. : Renal osteitis fibrosa cystica; report of case with discussion of metabolic aspects. Bull. Johns Hopkins Hosp. 1937, 60, 377.
- BARTH. : Transplantation des os et des articulations. La semaine méd. 1908, 18.
- BASMONT, J. : Les pseudarthroses du col du fémur chez les enfants et adolescents. Thèse de Nancy, 1938, 39.
- BELL, G.H. : Remarques sur la croissance et la guérison des os. Bull. Med. Brit., (Série française) 1946, 1, 10.
- BERANGER-FERAUD, L. : Traité des fractures non consolidées ou pseudarthroses. Paris 1871.
- BLOCH, J.C. : Quelques réflexions concernant le traitement des fractures. Gaz. méd. de France, 1929, 3, 676.
- BLOCH, J.C. : Une technique simple de vissage des fractures du col du fémur. Rev. Chir. Paris, 1930, 68, 105.
- BOEHLER, L. : Technique du traitement des fractures. 2ème édit. française, Paris 1944/45.
- BOEHLER, L. : Die Ursache der Pseudarthrosen und ihre Behandlung. Klin. Wschr. 1928, 2, 1332.
- BOPPE, M. et FRENAIS, J. : Le traitement des retards de consolidation et des pseudarthroses par la perforation des fragments. J. méd. de Bordeaux, 1937, 114, 577.
- BRUN, H. : Ueber die Aetiologie der Pseudarthrosen. Schw. Med. Wschr. 1943, 15, 437.
- BRUNS, P. : Die Lehre von den Knochenbrüchen. Dtsch. Chir., Liefg. 27. Ferd. Enke, Stuttgart 1886.
- BRUNS, P. : Transplantation von Knochenmark. Dtsch. Ztschr. f. Chir. 1881.
- CAUCHOIX, J. : Sur le traitement des pseudarthroses de la diaphyse fémorale. Rev. orthop. 1952, 38, 269.
- CARTIER, P. : Etat actuel du problème biochimique de l'ossification. Rev. orthop. 1947, 33, 261.

- CHAPPOUX, P. : Au sujet du traitement des pseudarthroses de l'humérus. Rev. orthop. 1950, 36, 304.
- CUNEO. : Sur l'emploi des greffes osseuses dans le traitement des pseudarthroses. Bull. et mém. Soc. nat. Chir. 1918, 1129.
- CUNEO et BLOCH. : Technique de l'ostéoplastie et plus spécialement de celle du fémur. J. Chir. 1924, 23, 113.
- CUNEO et ROUVILLOIS. : Résultats actuels des greffes osseuses. Congrès de l'ass. fr. de Chir. 1922.
- DANIS, L. : Théorie et pratique de l'ostéosynthèse. Masson, Paris, 1949.
- DEBELUT, J.P. : Le traitement des pseudarthroses du col du fémur. Thèse de Paris, 1942.
- DECKER, P. : Le traitement des fractures des extrémités. Rev. méd. de la Suisse romande 1925, 45, 193.
- DECKER, P. : Ostéosynthèse exécutée au lit du malade pour les fractures diaphysaires du membre inférieur. Schw. Med. Wschr. 1947, 27, 733.
- DELBET, P. : Méthodes du traitement des fractures. Paris 1916.
- DELBET, P. : Endoprothèses. Résultats éloignés. Bull. Acad. de méd. Paris, 1927, 98, 514.
- DIEFFENBACH, J. : Die operative Chirurgie. 2 Bde., Leipzig 1845-48.
- ELLIS, V.H., LANGSTOM, H.H., ELLIS, J.S. : Failures in cortical bone-grafting. The Lancet, 1947, 11, 128.
- FEHR, A. : Experimenteller und klinischer Beitrag zur Behandlung der Infektionspseudarthrose. Helv. Chir. acta, 1950, 17, 289.
- FEHR, A. : Behandlung der Pseudarthrosen. Praxis 1953, 26, 547.
- FLOURENS, M. : Théorie expérimentale de la formation des os. Paris 1847.
- GROVES, E.W.H. : Use of facial and tendon grafts in certain fractures and dislocations. Ann. Surg. 1934, 100, 20.
- GROVES, E.W.H. : On modern methods of treating fractures including the Jacksonian prize essay on bone grafting. 2. edit. John Wright and sons Ltd., Bristol 1921.
- HAHN. : Transplantation du péroné dans les pertes de substance du tibia. Zbl. Chir. 1884. 337.
- HERBERT, J.J. et PAILLOT, J. : Les greffes osseuses conservées par réfrigération. Mém. Acad. Chir. 1950, 76, 372.
- HOHMANN, G. : Die Pseudarthrosen und die durch Knochendefekte entstandenen Schlottergelenke. Dtsch. Orthop., Bd. 5. Ferd. Enke, Stuttgart 1921.
- JUDET, R. : Pseudarthroses du tibia traitées par la méthode de Phémister. Mém. Acad. Chir. 1951, 77, 630.

- KIRSCHNER, M. und SCHUBERT, A. : Allgemeine und spezielle Chirurgische Operationslehre. Berlin, Springer Verlag 1927.
- KUNTSCHER, G. : Die mechanischen Ursachen der Pseudarthrosenbildung. Zbl. Chir. 1936, 1073.
- KUNTSCHER, G. : Der Einfluss von Zug- und Druckkräften auf die Bruchheilung. Chirurg, 1936, 440.
- KUNTSCHER, G. : Die Darstellung des Kraftflusses im Knochen. Zbl. Chir. 1934, 2130.
- LAMBOTTE, A. : L'intervention opératoire dans les fractures, Bruxelles 1907, 2ème éd. Masson, Paris 1915.
- LAMBOTTE, A. : Contribution au cerclage des os au moyen de rubans métalliques. Presse méd. 1922, 530.
- LAMBOTTE, A. : Quel est le meilleur moment pour pratiquer l'ostéosynthèse dans les fractures récentes? Arch. franco-belges chir. 1923, 26, 57.
- LAMBOTTE, A. et VERBRUGGE, J. : Note à propos de la réaction du tissu osseux vis-à-vis du matériel de prothèse métallique. Bull. Soc. nat. Chir. Paris 1935, 61, 1300.
- LE FORT, L. : La chirurgie militaire et les sociétés de leçons en France et à l'étranger. Paris 1872.
- LENOIR, A. : Fausse articulation du fémur traitée avec succès par l'acupuncture. Mém. Soc. Chir. 1851.
- LENTE, F. : New method for treatment of badly-united fractures. New-York, Med. Record. 1868.
- LERICHE, R. : Physiologie et pathologie du tissu osseux. Masson, Paris, 1939.
- LERICHE, R. et POLICARD, A. : Pourquoi un os fracturé se répare-t-il? Un problème de biologie chirurgicale. Presse méd. 1925, 86, 1426.
- LERICHE, R. et POLICARD, A. : Recherches biologiques sur l'ostéosynthèse à la plaque de Lambotte. Bull. Mém. Soc. nat. Chir. 1918, 1145.
- LEVEUF, J. : L'enclouage centro-médullaire des os longs. Mém. Acad. Chir. 1944, 70, 104.
- LEVEUF, J., GIRODE, Cl. et MONOD, R. : Traitement des fractures et luxations des membres. Masson, Paris, 1934.
- LEVEUF, J., GIRODE, C. et MONOD, R. : Le traitement des fractures du col fémoral. Masson, Paris, 1935.
- LEXER, E. : Die Bedeutung des Bindegewebes für die Knochenregeneration. Zbl. Chir. 1928, 2697.
- LEXER, E. : Ueber die Entstehung von Pseudarthrosen nach Frakturen und nach Knochentransplantationen. Arch. Chir. 1922, 119, 520.

- LEXER, E. : Die Bedeutung des Vitamin C für die Kallusbildung und reaktive Gefäßfülle. Arch. klin. Chir. 1939, 4, 611.
- LORENZ, A. : Konservatismus bei verzögerter Callusbildung mit Pseudarthrose. Zbl. Chir. 1935, 62, 2662.
- MAGNUS, G. : Wesen und Behandlung der Pseudarthrose. Arch. klin. Chir. 1937, 189, 191.
- MATHIEU, P. et PADOVANI, P. : Indications de la résection de la hanche pour certaines pseudarthroses du col fémoral. Gaz. méd. de France, 1934, 447.
- MATHIEU, P. et PADOVANI, P. : Traitement des pseudarthroses des os longs. Mém. Acad. Chir. 1948, 76, 665.
- MATTI, H. : Ueber operative Frakturbehandlung. Fortschr. Ther. 1931, 7, 229.
- MATTI, H. : Die Knochenbrüche und ihre Behandlung. II. Aufl. Springer, Berlin, 1931.
- MATTI, H. : Technik und Resultate meiner Pseudarthrosenoperation. Chirurg. 1936, 63, 1442.
- MAUCLAIRE, P. : Réparation des pertes de substance des os par les greffes ostéopériostiques d'Ollier, les greffes osseuses segmentaires, les implantations osseuses et les prothèses intimes perdues. Rev. méd. franc. 1934, 15, 263.
- MENEGAUX, G. et ODIETTE, D. : Action cytotoxique de certains métaux sur les ostéoblastes humains cultivés "in vitro". Contribution à l'étude de l'ostéosynthèse au point de vue biologique. Presse méd. 1935, II, 1555.
- MENEGAUX, G. et ODIETTE, D. : De l'action de différents métaux sur le tissu osseux. Etude expérimentale sur l'animal. J. de Chir. 1935, 46, 695.
- MERLE D'AUBIGNE, R. : Traitement des pseudarthroses des os longs des membres. Mém. Acad. Chir. 1949, 75, 754.
- MERLE D'AUBIGNE, R. : Technique de Phemister dans les pseudarthroses de la jambe. Mém. Acad. Chir. 1951, 77, 637.
- MERLE D'AUBIGNE, R. : A propos du traitement chirurgical des pseudarthroses du col du fémur. J. Chir. 1945, 61, 188.
- MERLE D'AUBIGNE, R. : Traitement des pseudarthroses diaphysaires d'après 102 cas opérés récemment. Lyon chir. 1948, 1, 72.
- MERLE D'AUBIGNE, R. et SOLAL. : Traitement des pseudarthroses de la diaphyse humérale. Rev. Orthop. 1950, 6, 373.
- MURPHY, J. : General Surgery. Chicago, 1911.
- NELATON, Ch. : Les autoplasties. Paris, 1907.
- NUSSELT, H. : Ueber die Behandlung von Pseudarthrosen mit dem Anlegespan nach Phemister. Chirurg. 1951, 22, 51.

- OBERDALHOFF, H. : Die Regenerationsfähigkeit des pseudarthrotisch resorbierten Schenkelhals. *Chirurg.* 1950, 21, 193.
- OLLIER, L.X. : *Traité des résections et des opérations conservatrices.* Paris, 1885.
- PERCY, C.F. : *Manuel du chirurgien d'armée.* Paris, 1830.
- PHEMISTER, D.B. : Bone growth and repair. *Ann. Surg.* 1935, 102, 261.
- PHEMISTER, D.B. : Repair of bone in presence of aseptic necrosis resulting from fractures, transplantations, and vascular obstruction. *J. Bone Surg.* 1930, 12, 764.
- PHEMISTER, D.B. : Traitement des pseudarthroses par simple greffe osseuse en onlay sans résection du cal. *J. Internat. Chir.* 1948, 3, 713.
- PLATT, H. : Colles fractures. *Surg., Gynec. and Obst.* 1935, 60, 542.
- POLICARD, A. et LERICHE, A. : *Le système osseux.* Masson, Paris, 1937.
- POLICARD, A. et BOUCHARLAT, M. : Le cal de fracture étudiée par la méthode des explantations in vitro. *Bull. d'histol. appliquée*, 1, 1.
- SICARD, A. et BINET, J.P. : Les greffes osseuses homogènes conservées. *Mém. Acad. Chir.* 1950, 76, 274.
- SCUDDER, C.L. : The operative treatment of fractures. *Boston med. a. surg.* 1926, 26, 1187.
- SOLAL, G. : Le traitement des pseudarthroses de l'humérus. Thèse de Paris, 1949.
- SVANTE ORELL. : De l'implantation chirurgicale d'"os novum", d'"os purum", d'"os cuits". *Mém. Acad. Chir.* 1935, 61, 1376.
- TALBOT, A. : Considérations sur le traitement des pseudarthroses et des pertes de substances des os longs. *Rev. orthop.* 1949, 34, 151.
- VERHAEGHE, M. : Pseudarthrose des os de l'avant-bras. *Lille chir.* 1947, 2, 61.
- VERBRUGGE, J. : Réflexions au sujet de douze cas de pseudarthrose opérés. *J. Chir. et Ann. Soc. belge Chir.* 1940, 37, 20.
- VERBRUGGE, J. : La tolérance du tissu osseux vis-à-vis du magnésium métallique. *Presse méd.* 1933, 1112.
- VERBRUGGE, J. : Le matériel métallique résorbable en chirurgie osseuse. *Presse méd.* 1934, 460.
- VERBRUGGE, J. et DEROM, E. : Le traitement des pseudarthroses. *J. Chir. et Ann. Soc. belge Chir.* 1933, 6, 221.
- VERNEUIL, A. : *Mémoires de chirurgie.* 1877, 1880, 1882, Paris.
- WHITE, C.F.O. : The treatment of fractures by physiotherapy. *Brit. J. Actinother.* 1929, 4, 166.
- WUSTMANN, O. : Die Doppeldrahtosteodrucksynthese zur Behandlung von Pseudarthrosen und schweren Frakturen. *Chirurg.* 1951, 22, 49.
- ZIMBRON, A. et VELASCO. : Banque d'os, greffe osseuse homologue. *Mém. Acad. Chir.* 1950, 76, 619.

TABLE DES MATIERES

	Page
INTRODUCTION	7
Evolution normale du cal	8
ETUDE THEORIQUE	9
ANATOMIE - PATHOLOGIE	9
Définition et division des pseudarthroses	9
ETIOLOGIE - PATHOGENIE	11
Causes mécaniques	11
I. L'interposition musculaire	11
II. Les pertes de substance	13
III. L'insuffisance de réduction	13
IV. L'imperfection de l'immobilisation	13
V. Lésions vasculaires	14
Causes trophiques et pathologiques	14
I. L'infection	14
II. Le rôle de l'ostéosynthèse	15
III. Le rôle de certains états pathologiques ou physiologiques	15
Pseudarthroses sans causes apparentes	16
I. Troubles métaboliques	16
II. Troubles endocriniens	16
III. Troubles vasculaires	16
ETUDE CLINIQUE	18
STATISTIQUES	19
HISTORIQUE	22
TRAITEMENTS ACTUELS DES PSEUDARTHROSES	23
I. Méthodes visant à modifier l'état trophique des fragments et du tissu conjonctif voisin	23
A. Le forage de BECK	24
B. Le morcellement des extrémités osseuses. (KIRSCHNER)	24
C. La résection des extrémités osseuses sclérosées. (WHITE)	24

	Page
II. Méthodes visant à régulariser la réduction et la contention des fragments pseudarthrosés	24
A. Procédés d'ostéosynthèse	25
B. Procédés de greffe	26
1. Genre de greffes	26
2. Sources de greffes	27
3. Fixation des greffes	28
4. Evolution des greffes	29
5. Causes d'échecs des greffes	30
III. Méthodes visant à combler les pertes de substance	30
1. L'ostéoplastie	30
2. La greffe osseuse vraie	31
CONCLUSIONS	32
BIBLIOGRAPHIE	33

